

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2001165707 A**

(43) Date of publication of application: **22.06.01**

(51) Int. Cl.

G01D 5/245

G01B 7/30

(21) Application number: **2000302527**

(22) Date of filing: **02.10.00**

(30) Priority: **30.09.99 JP 11280103**

(71) Applicant: **SANYO DENKI CO LTD**

(72) Inventor:
ISHII HIDEYUKI
KISHI SAKAE
KATO SHIGEHARU

**(54) METHOD AND DEVICE FOR CORRECTING
PHASE ERROR OF RESOLVER**

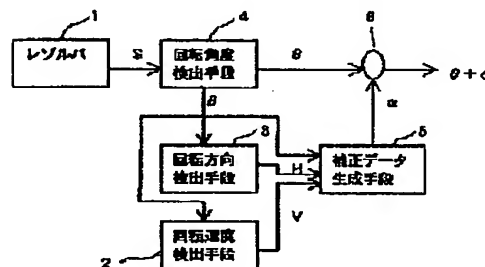
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a phase error correcting device for a resolver which can correct a phase error of position data outputted from the resolver.

SOLUTION: A rotating speed detecting means 2 detects the rotating speed of the rotor of the resolver 1. A rotating direction detecting means 3, on the other hand, detects the rotating direction of the rotor. Further, a rotational angle detecting means 4 converts the output of the resolver 1 into a rotational angle and outputs it. A correction data generating means 5 generate phase error correction data for reducing phase errors generated at respective rotating speeds according to a phase error included in position data corresponding to a previously measured specific rotating speed of the rotor, the rotating speed of the rotor obtained from the rotating speed detecting means 2, the rotating direction of the rotor obtained from the rotating direction detecting means 3, and the rotational angle obtained from the rotational angle detecting

means 4. An adding means 6 outputs position data having the phase error corrected by adding the position position and phase error correction data.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-165707

(P2001-165707A)

(43)公開日 平成13年6月22日(2001.6.22)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマート(参考)
G 0 1 D 5/245	1 0 1	G 0 1 D 5/245	1 0 1 U 2 F 0 6 3
	1 0 2		1 0 2 D 2 F 0 7 7
G 0 1 B 7/30	1 0 1	G 0 1 B 7/30	1 0 1 A

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願2000-302527(P2000-302527)

(22)出願日 平成12年10月2日(2000.10.2)

(31)優先権主張番号 特願平11-280103

(32)優先日 平成11年9月30日(1999.9.30)

(33)優先権主張国 日本(J P)

(71)出願人 000180025

山洋電気株式会社

東京都豊島区北大塚一丁目15番1号

(72)発明者 石井 秀幸

東京都豊島区北大塚一丁目15番1号 山洋

電気株式会社内

(72)発明者 岸 榮

東京都豊島区北大塚一丁目15番1号 山洋

電気株式会社内

(74)代理人 100091443

弁理士 西浦 ▲嗣▼晴

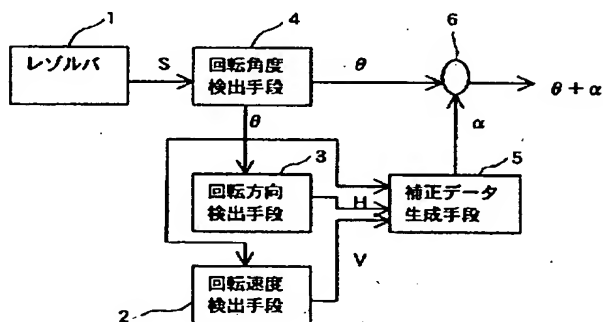
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 レゾルバの位相誤差補正方法及び装置

(57)【要約】

【課題】 レゾルバから出力される位置データの位相誤差を補正することができるレゾルバの位相誤差補正装置を提供する。

【解決手段】 回転速度検出手段2は、レゾルバ1のロータの回転速度を検出する。また回転方向検出手段3は、ロータの回転方向を検出する。更に回転角度検出手段4は、レゾルバ1の出力を回転角度に変換して出力する。補正データ生成手段5は、予め測定したロータの特定の回転速度における位置データに含まれる位相誤差と回転速度検出手段2から得たロータの回転速度と、回転方向検出手段3から得たロータの回転方向と、回転角度検出手段4から得た回転角度とに基づいて各回転速度において発生する位相誤差を減少させるための位相誤差補正データを生成する。加算手段6は、位置データと位相誤差補正データを加算して位相誤差を補正した位置データを出力する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 レゾルバから出力される位置データの位相誤差を補正するレゾルバの位相誤差補正装置であって、

前記レゾルバの回転角度を検出して電気角として出力する回転角度検出手段と、

前記レゾルバの前記ロータの回転速度を検出する回転速度検出手段と、

前記レゾルバの前記ロータの回転方向を検出する回転方向検出手段と、

予め測定した前記ロータの特定の回転速度における前記位置データに含まれる位相誤差と、前記回転速度検出手段から得た前記ロータの回転速度と、前記回転方向検出手段から得た前記ロータの前記回転方向と、前記回転角度検出手段により検出した回転角度とに基づいて各回転速度において発生する位相誤差を減少させるための位相誤差補正データを生成する補正データ生成手段と、

前記位置データを前記位相誤差補正データに基づいて前記位置データに含まれる位相誤差を補正する手段とを具備してなるレゾルバの位相誤差補正装置。

【請求項2】 レゾルバから出力される位置データの位相誤差を補正するレゾルバの位相誤差補正装置であって、

前記レゾルバの回転角度を検出して電気角として出力する回転角度検出手段と、

前記レゾルバの前記ロータの回転速度を検出する回転速度検出手段と、

前記レゾルバの前記ロータの回転方向を検出する回転方向検出手段と、

予め測定した前記ロータの特定の回転速度における前記位置データに含まれる位相誤差と、前記回転速度検出手段から得た前記ロータの回転速度と、前記回転方向検出手段から得た前記ロータの前記回転方向と、前記回転角度検出手段により検出した回転角度とに基づいて各回転速度において発生する位相誤差を減少させるための位相誤差補正データを生成する補正データ生成手段と、

前記回転角度に前記位相誤差補正データを加算して前記回転角度に含まれる位相誤差を補正する加算手段とを具備してなるレゾルバの位相誤差補正装置。

【請求項3】 前記補正データ生成手段は、前記位相誤差補正データ α を $\alpha = (V/V_0) \times H_n \times P_n \times \sin(n\theta + \rho n)$ の式により求めて出力するように構成されている

(但し V は回転速度、 V_0 は前記特定の回転速度、 H_n は機械角で 360° の間における位相誤差が n サイクルの場合における回転方向が正回転のときと逆回転のときに異なる値となる係数、 P_n は機械角で 360° の間における位相誤差が n サイクルの場合における予め測定した前記位相誤差の最大振幅値、 θ は前記ロータの回転角の電気角であり、 ρn は機械角で 360° の間における位相誤差が n サイクルの場合における位相を合わせるための

の係数である) 請求項2に記載のレゾルバの位相誤差補正装置。

【請求項4】 前記補正データ生成手段は、前記位相誤差補正データ α の $H_n \times P_n \times \sin(n\theta + \rho n)$ の値を予めメモリに記憶している請求項3に記載のレゾルバの位相誤差補正装置。

【請求項5】 レゾルバから出力される位置データの位相誤差を補正する方法であって、

前記レゾルバのロータの特定の回転速度における前記位置データに含まれる位相誤差を測定し、

測定した前記位相誤差と、前記ロータの回転速度、回転方向及び回転角度とに基づいて、各回転速度において発生する位相誤差を減少させるための位相誤差補正データを作り、

前記ロータの回転速度、回転方向及び回転角度を検出して、検出した回転速度と回転方向と回転角度に応じた前記位相誤差補正データを前記位置データに加算して各回転速度における位相誤差を補正することを特徴とするレゾルバの位相誤差補正方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、レゾルバから出力される位置データの位相誤差を補正するレゾルバの位相誤差補正装置及び方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 レゾルバは、回転電機と同様にロータ巻線及びステータ巻線を有しているために、電機子反作用によりレゾルバから出力される位置データに位相誤差が現れる。図3(A)～(E)の波形は、山洋電気株式会社がR03S2113A1の製品番号で製造販売するレゾルバのロータを1000r.p.m., 2000r.p.m., 3000r.p.m., 4000r.p.m., 4500r.p.m.で回転させたときに、ステータ巻線から出力される位置データに含まれる位相誤差をそれぞれ示している。なお図3

(A)～(E)において、縦軸は位相誤差であり、横軸は回転角度(機械角度)であり、図中の滑らかな曲線は位相誤差の細かい変動を平均化したものである。また横軸はロータの回転角度を機械角で示しており、縦軸は位相誤差を示している。位相誤差がなければ位相誤差は0分となる。なお図3(A)～(E)から分かるように、ロータの回転数が増加すると、位相誤差の振幅も変化する。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 レゾルバの出力に位相誤差が含まれていることは当業者には周知の事項である。しかし従来のレゾルバの用途は、レゾルバから出力される位置データに位相誤差が含まれていたとしても差し支えないものであった。しかしながら最近になって、レゾルバの用途でもできるだけ位相誤差を小さくすることが要求されるようになってきたが、回転速度と方

向を含んだレゾルバの位相誤差を補正する方法及び装置は従来なかった。

【0004】本発明の目的は、レゾルバから出力される位置データの位相誤差を補正することができるレゾルバの位相誤差補正装置及び方法を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】レゾルバから出力される位置データの位相誤差を補正する本発明のレゾルバの位相誤差補正装置は、回転速度検出手段と、補正データ生成手段と加算手段とから構成される。回転速度検出手段は、レゾルバのロータの回転速度を検出する。また回転方向検出手段は、ロータの回転方向を検出する。また回転角度検出手段は、レゾルバの回転角度を電気角で検出する。なお回転速度検出手段、回転方向検出手段と回転角度検出手段が1つまたは2つの手段によって構成されていてもよいのは勿論である。回転速度だけでなく、回転方向も検出するのは、回転方向によって電機子反作用の表れ方が異なってくるため、同じ回転速度でも、回転方向によって表れる位相誤差が相違するためである。

【0006】補正データ生成手段は、予め測定したロータの特定の回転速度における位置データに含まれる位相誤差と、回転速度検出手段から得たロータの回転速度と、回転方向検出手段から得たロータの回転方向と、回転角度検出手段から得たロータの回転角度とに基づいて各回転速度において発生する位相誤差を減少させるための位相誤差補正データを生成する。なお特定の回転速度は、1つの回転速度であってもよいが、複数カ所の回転速度であってもよい。すべての回転速度における位相誤差を測定しておき、その測定した位相誤差に基づいて補正をすれば、位相誤差の補正精度が上がることは明白である。しかしながら、物理的に同一なレゾルバを作ることとは不可能であり、1台ごとのレゾルバについて、すべての回転速度における位相誤差を測定することは非現実的である。

【0007】発明者は、図3(A)～(E)の波形から、回転速度が変わると位相誤差の振幅は変わるものの、波形の周期には大きな変化がないという傾向があることを見出した。回転方向が変わった場合も、基本的にこの傾向には変わりがない。そこで本発明では、特定の回転速度における位置データに含まれる位相誤差とロータの回転方向とに基づいて各回転速度において発生する位相誤差を減少させるための位相誤差補正データを生成することにした。具体的には、回転速度の変化と振幅の変化の相関関係が予め分かっているならば、この相関関係と特定の回転速度における位置データに含まれる位相誤差とに基づいて、各回転速度における位相誤差補正データを決定することができる。そして各回転速度における位相誤差補正データを位置データに加算すれば、位置データから位相誤差分の主要部分を除去することができ、補正をしない場合よりも位相誤差は小さくなる。なお「特定の

回転速度」は、基本的には任意であり、ロータの回転範囲の全範囲に対して1つの「特定の回転速度における位相誤差補正データ」を基準データとして用いてもよい。また精度を高めるために、回転速度を複数の速度範囲に別けて各速度範囲ごとに「特定の回転速度」を決めて、その速度範囲においてはその特定の回転速度における位相誤差補正データを基準データとして用いてもよい。

【0008】例えば、補正データ生成手段は、位相誤差補正データ α を $\alpha = (V/V_0) \times H_n \times P_n \times \sin(n\theta + \rho n)$ の式により求めて出力するように構成することができる。 n は機械角で 360° の範囲内において発生する位相誤差のサイクル数である。例えば、レゾルバが2極対で4極であるとする、機械角で 360° の範囲内において4サイクルの位相誤差が発生する。したがってこの場合には $n=4$ となる。機械角で 360° の範囲内において8サイクルの位相誤差が発生する場合には、 $n=8$ となる。ここで V は回転速度であり、 V_0 は前記特定の回転速度であり、 H_n は位相誤差が n サイクルのときに回転方向が正回転のときに+となり逆回転のときに-となる係数、 P_n は位相誤差が n サイクルのときに予め測定した位相誤差の最大振幅値、 θ はレゾルバ回転角の電気角である。 $(V/V_0) \times H_n \times P_n$ が、回転速度の変化と振幅の変化の相関関係を示している。また ρn は、位相誤差が n サイクルのときの補正カーブの位相を合わせるための係数であり、固定値とすることができる。したがって H_n 、 P_n 及び ρn は、位相誤差のサイクル数と対象となるレゾルバに応じて定められる。

【0009】なお位相誤差補正データ α を毎回演算せずに、 $\alpha = (V/V_0) \times H_n \times P_n \times \sin(n\theta + \rho n)$ の式により求めた値を予めメモリに記憶しておき、このメモリに記憶したデータに基づいて位相誤差補正データを得るようにしてもよい。

【0010】なお位相誤差補正データ α を求めるための式は、前述の式に限定されるものではなく、補正精度を高めるために他の式を用いることも当然にして本発明に包含される。

【0011】なお本発明のレゾルバの位相誤差を補正する方法では、レゾルバのロータの特定の回転速度における位置データに含まれる位相誤差を測定し、測定した位相誤差と、ロータの回転速度、回転方向及び回転角度とに基づいて、各回転速度において発生する位相誤差を減少させるための位相誤差補正データを作り、ロータの回転速度と回転方向と回転角度を検出して、検出した回転速度と回転方向と回転角度に応じた位相誤差補正データに基づいて位置データの各回転速度における位相誤差を補正する。

【0012】

【発明の実施の形態】以下図面を参照して本発明の実施の形態の一例を図面を参照して詳細に説明する。図1は、本発明のレゾルバの位相誤差補正装置の構成を示す

図である。図1において、符号1で示す手段は、ロータ巻線を備えたロータと、ステータ巻線を備えたステータとを備えたレゾルバであり、このレゾルバ1はモータ等の回転機器の回転軸に取付られて、回転機器の回転軸の回転位置を示す位置データSをアナログ信号として出力する。この装置では、回転速度検出手段2と、回転方向検出手段3と、回転角度検出手段4と、補正データ生成手段5とを備えている。

【0013】回転角度検出手段4は、レゾルバ1のアナログ信号をデジタルの回転角度 θ に変換する。回転速度検出手段2は回転角度 θ に基づいて回転速度Vを検出し、回転方向検出手段3は、回転角度 θ の変化量からロータの回転方向Hnを検出する。

【0014】補正データ生成手段5は、予め測定したロータの特定の回転速度における位置データに含まれる位相誤差と回転速度検出手段2から得たロータの回転速度Vと、回転方向検出手段3から得たロータの回転方向

(H)と、回転角度検出手段4から得たロータの回転角度信号 θ に基づいて各回転速度において発生する位相誤差を減少させるための位相誤差補正データ α を生成する。特定の回転速度における位置データに含まれる位相誤差の測定は、例えば次のようにして行った。まず補正の対象となるレゾルバ1が取付けられたモータの回転軸に光学式のエンコーダを取付け、モータを特定(一定)の回転速度で回転させる。そしてこのときにエンコーダの出力を位相誤差のない基準位置データとし所定のサンプリング速度でサンプリングする。またこのときのレゾルバ1から出力される位置データSも同じサンプリング速度でサンプリングして、基準位置データと位置データSとの差を、特定の回転速度における位相誤差とした。図3(A)～(E)は、このようにして測定した位相誤差である。

【0015】理論的には、例えばロータが1000r.p.m.で回転しているときに、図3(A)に示されるような位相誤差を打ち消すことができる位相誤差補正データ α を補正データ生成手段5で生成して、この位相誤差補正データ α とレゾルバ1からの位置データSを電気角の回転角度に変換した値 θ に加算($\theta + \alpha$)すれば、位相誤差が相殺されて位相誤差のない位置データが得られる。しかしながらすべての回転速度における位相誤差を測定し、その測定結果に基づいて決定した位相誤差補正データ α を予めメモリに保存しておくことは、非現実的である。

【0016】そこで本発明で用いる補正データ生成手段5では、予め測定したロータの特定の回転速度における位置データに含まれる位相誤差と回転速度検出手段2から得たロータの回転速度Vと、回転方向検出手段3から得たロータの回転方向と、回転角度検出手段4から得たロータの回転角度 θ とに基づいて各回転速度において発生する位相誤差を減少させるための位相誤差補正データ α

を生成している。図3(A)～(E)の波形(特に滑らか曲線で示した平均値)から分かるように、回転速度が変わると位相誤差の振幅は正比例の相関関係をもって変わるものの、波形の周期には大きな変化がない。回転方向が変わった場合も、基本的にこの傾向には変わりがない。回転速度の変化と振幅の変化の相関関係が正比例の関係にあることが分かっているため、この相関関係と特定の回転速度における位置データに含まれる位相誤差とに基づいて、各回転速度における位相誤差補正データ α を決定することができる。

【0017】図3(A)～(E)の波形は、各回転速度における位相誤差が正弦波と同様の周期で振幅が変化していると見做すことができる。そこでこの例では、補正データ生成手段5は、位相誤差補正データ α を理論的には $\alpha = (V/V_0) \times H_n \times P_n \times \sin(n\theta + \rho_n)$ の式により求めることにした。レゾルバが2極対、4極の場合には、機械角360°(電気角で720°)の間に4サイクルの位相誤差が発生する。nはこの位相誤差のサイクル数を意味する。この例では $n = 4$ となる。したがって位相誤差補正データを $\alpha = (V/V_0) \times H_4 \times P_4 \times \sin(4\theta + \rho_4)$ の式より求める。ここでVは回転速度検出手段2で検出した回転速度であり、V₀は位相誤差を測定した特定の回転速度である。またH₄は、位相誤差が4サイクルの場合において、回転方向検出手段3により検出した回転方向が正回転のときに+となり逆回転のときに-となる係数である。例えばこの係数は、回転方向が正回転のときに+1となり、逆回転のときに-0.8となる係数である。回転方向によって係数が異なるのは、回転方向によってレゾルバ1のロータとステータとの間に発生する電機子反作用に差があるためである。この係数はレゾルバによって任意に定めることになる。P₄は位相誤差が4サイクルの場合における予め測定した位相誤差の最大振幅値(+極性の位相誤差の最大値と-極性の位相誤差の最大値の絶対値を加算した値)である。具体的には、図3(A)の波形から得た位相誤差の最大振幅値は30分であり、図3(E)の波形から得た位相誤差の最大振幅値は39分である。したがって特定の回転速度を1000r.p.m.とすれば、P₄を30分に比例した値とすることになり、特定の回転速度を4500r.p.m.とすれば、P₄を39分に比例した値とすることになる。そして θ は、回転角度検出手段4により検出したロータの回転角度(電気角)である。この演算式において、 $(V/V_0) \times H_n \times P_n$ と ρ_n が、回転速度の変化と振幅の変化の相関関係を示している。したがってH_n、P_n及び ρ_n の値は、対象となるレゾルバに応じて適宜に定められることになる。この演算を、マイクロコンピュータを用いて実施する場合には、デジタル値の位相誤差補正データ α を得ればよい。

【0018】このようにして補正データ生成手段5により生成された位相誤差補正データ α は、加算手段6で回

転角度 θ と加算される。これにより回転角度 θ に含まれる位相誤差が位相誤差補正データ α によって補正されて、位相誤差が小さくなる。

【0019】図2(A)は、レゾルバ1のロータの回転速度が680r.p.m.のときを前述の特定の回転速度として位相誤差を測定して、この位相誤差を打ち消す位相誤差補正データ α を生成し、回転速度が680r.p.m.のときにこの位相誤差補正データ α を位置データ(回転角度 θ)に加算した結果を示している。このときの位相誤差の最大振幅値は約12分であった。図2(B)は、回転速度が680r.p.m.のときに用いる位相誤差補正データ α を回転速度が4200r.p.m.のときのレゾルバ1からの位置データ(回転角度 θ)に加算したときの、位相誤差を示している。この場合の位相誤差の最大振幅値は約39分であった。そして図2(C)は、回転速度が680r.p.m.のときの位相誤差から決定した H_n と P_n の係数と前述の演算式を用いて得た位相誤差補正データ α を回転速度が4200r.p.m.のときのレゾルバ1からの位置データ(回転角度 θ)に加算したときの、位相誤差を示している。この場合の位相誤差の最大振幅値は約17分であった。図2(B)と図2(C)とを対比すると分かるように、特定の回転速度における位相誤差から H_n と P_n の係数を定め、更に回転速度の相関関係(V/V_0)を用いて得た位相誤差補正データ α により位相補正を行うと【図2(C)の場合】、回転速度を考慮せずに一定の位相補正を行った場合【図2(B)の場合】と比べて、大幅に位相誤差が小さくなっているのが分かる。

【0020】補正データ生成手段5は、 $P_n \times \sin(n\theta + \rho_n)$ の式により求めた位相誤差補正データ α' を予めメモリに記憶しておき、このメモリに記憶した位相誤差補正データ α' に基づいて各回転速度における位相誤差補正データ $\alpha = (V/V_0) \times H_n \times \alpha'$ を生成してもよい。なおこの場合には、公知のデータ補間法を利用することにより、メモリに記憶させておくデータ量を少なくすることが可能である。

【0021】位相誤差補正データ α を求めるための式は、前述の式に限定されるものではなく、補正精度を高

めるために他の式を用いてもよいの勿論である。

【0022】

【発明の効果】本発明によれば、レゾルバから出力される位置データの位相誤差を補正することができるレゾルバの位相誤差補正装置及び方法を得ることができる。特に、本発明によれば、予め測定したロータの特定の回転速度における位置データに含まれる位相誤差とロータの回転速度と回転方向とに基づいて各回転速度において発生する位相誤差を減少させるための位相誤差補正データを生成し、この位相誤差補正データに基づいてレゾルバから出力される位置データを補正するため、少ない測定データで、各回転速度における位相誤差を補正することができる利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のレゾルバの位相誤差補正装置の実施の形態の一例の構成を示す図である。

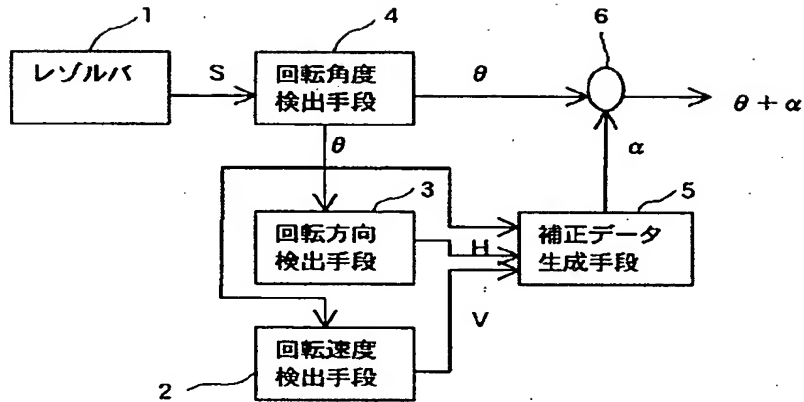
【図2】(A)は回転速度が680r.p.m.のときに位相誤差補正データを位置データに加算したときの位相誤差を示しており、(B)は回転速度が680r.p.m.のときに用いる位相誤差補正データを回転速度が4200r.p.m.のときのレゾルバからの位置データに加算したときの位相誤差を示しており、(C)は回転速度が4200r.p.m.のときのレゾルバからの位置データを図1の実施の形態で補正したときの位相誤差を示している。

【図3】(A)～(E)の波形は、山洋電気株式会社がR03S2113Aの製品番号で製造販売するレゾルバのロータを1000r.p.m., 2000r.p.m. 3000r.p.m., 4000r.p.m., 4500r.p.m.で回転させたときに、ステータ巻線から出力される位置データに含まれる位相誤差をそれぞれ示している。

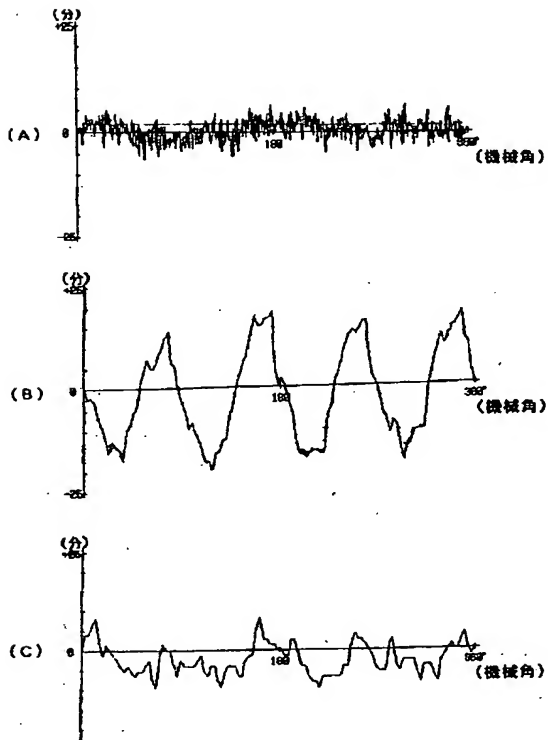
【符号の説明】

- 1 レゾルバ
- 2 回転速度検出手段
- 3 回転方向検出手段
- 4 回転角度検出手段
- 5 補正データ生成手段
- 6 加算手段

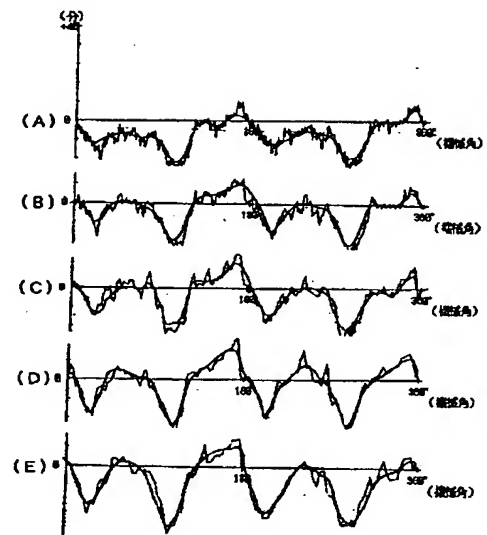
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 加藤 茂春
東京都豊島区北大塚一丁目15番1号 山洋
電気株式会社内

Fターム(参考) 2F063 AA35 CB20 DA05 EA03 GA22
LA02 LA04 LA30
2F077 AA20 CC02 FF34 NN16 PP26
TT00 TT51